

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



С344 1и 1  
А-674

2872/2-78

18 - 11348

Ю.С.Анисимов, Ю.В.Заневский, А.Б.Иванов,  
В.Д.Пешехонов, И.А.Тяпкин, С.П.Черненко,  
Я.Шкваржил

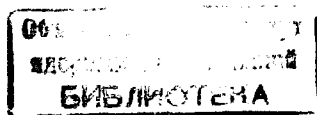
ЭЛЕКТРОННАЯ АППАРАТУРА  
ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ  
С ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР  
В РАДИОГРАФИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ  
ОБЪЕКТОВ

**1978**

18 - 11348

Ю.С.Анисимов, Ю.В.Заневский, А.Б.Иванов,  
В.Д.Пешехонов, И.А.Тяпкин, С.П.Черненко,  
Я.Шкваржил

ЭЛЕКТРОННАЯ АППАРАТУРА  
ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ  
С ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР  
В РАДИОГРАФИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ  
ОБЪЕКТОВ



Анисимов Ю.С. и др.

18 - 11348

Электронная аппаратура для визуализации информации с пропорциональных камер в радиографическом исследовании объектов

Описаны электронные системы визуализации информации с пропорциональных камер для радиографического исследования объектов. Системы различаются по способу регистрации данных. Существенным достоинством электронной аппаратуры является способность работы на линии с ЭВМ. Электронные блоки выполнены в стандарте КАМАК.

Приводятся технические характеристики систем и результаты визуального представления данных. Для получения радиографических изображений исследуемых объектов используются электронно-лучевая трубка, телевизионный монитор и печатающее устройство.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований, Дубна 1978

Anisimov Ju.S. et al.

18 - 11348

Electronic Systems for Displaying Data from Proportional Chambers for Radiographic Analysis

Electronic systems for displaying data from proportional chambers for radiographic analysis of objects are described. The systems differ by the way of data registration. A considerable advantage of the electronics is its capacity to operate on-line with the computer. Electronic units are performed in CAMAC standard. The system specifications and the results of data display are presented. To obtain radiographic images of objects under study a CR tube, a TV monitor and a printer are used.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1978

## ВВЕДЕНИЕ

Установки для радиографии объектов, включающие двухкоординатные пропорциональные камеры /ПК/ в качестве позиционно-чувствительного детектора, все шире используются в различных областях науки и техники /дефектоскопии, кристаллографии, биомедицинских исследованиях и т.п./. Малое мертвое время ПК и хорошая эффективность регистрации излучения позволяют значительно уменьшить дозу облучения объекта.

В радиографических установках успешно применяется способ получения двухкоординатной информации с трехэлектродной ПК с помощью электромагнитных линий задержки /ЛЗ/. Преимуществом данного способа является минимальное число каналов регистрации и высокое пространственное разрешение <sup>1,2</sup>.

Электронная аппаратура осуществляет регистрацию, обработку и визуальное представление информации. Визуальное представление изображения позволяет проводить детальное изучение объектов, а в некоторых случаях является конечным этапом изучения. Существенным достоинством электронной аппаратуры является возможность работы на линии с ЭВМ.

## 1. ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

В настоящей работе описываются три типа электронных систем визуализации информации с позиционно-чувствительного детектора. Системы отличаются спо-

собами регистрации, обработки и визуализации данных с детектора. В качестве детектора излучения используется ПК со съемом координатной информации с помощью электромагнитных линий задержки<sup>/2,3/</sup>.

Электронные системы включают в себя аппаратуру съема и предварительной обработки сигналов с ЛЗ, быстрые процессоры отбора информации по различным критериям, блоки регистрации данных, интерфейсы устройств визуализации. Данная аппаратура позволяет также работать на линии с ЭВМ.

Основными особенностями электронных систем являются:

1/ большой амплитудный динамический диапазон аппаратуры усиления и дискриминации сигналов с детектора - до 1000;

2/ быстрая предварительная обработка информации - время обработки определяется полным временем задержки ЛЗ;

3/ высокое быстродействие - свыше  $10^5$  имп./с;

4/ точность измерения координат события - доли мм;

5/ оперативное получение трехмерного "теневого" изображения объектов;

6/ модульность исполнения отдельных функциональных узлов.

Вся электронная аппаратура, за исключением усилителей, выполнена в стандарте КАМАК. Аппаратура испытывалась на линии с ЭВМ ЕС-1010<sup>/2,4/</sup>.

В качестве устройств визуального представления информации используются электронно-лучевая трубка осциллоскопа, телевизионный монитор и печатающее устройство.

## 2. ЭЛЕКТРОНИКА СЪЕМА И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Получение двухкоординатной информации с ПК с помощью катодных линий задержек поясняется рис. 1. Сигналы с ЛЗ и анодной плоскости линейно усиливают-

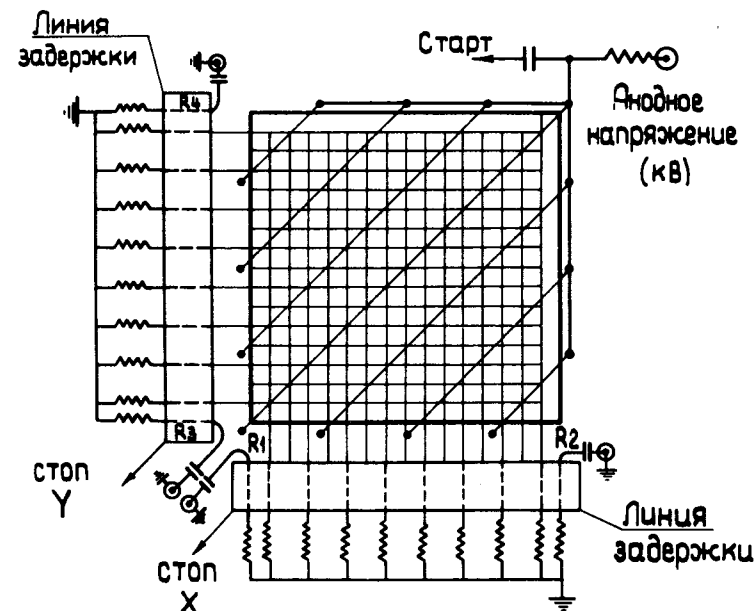


Рис. 1. Схема ПК со съемом информации с помощью электромагнитных линий задержки.

ся установленными на ПК усилителями. Выходной каскад усилителей позволяет работать с низкоомной нагрузкой.

Далее сигналы по коаксиальным кабелям РК-50 подаются на дискриминаторы. Регулировкой порога срабатывания дискриминаторов производится обрезание шумов и паразитных выбросов, появляющихся из-за неполного согласования ЛЗ со входом усилителя. Дискриминаторы вырабатывают сформированный по длительности импульс, передний фронт которого "привязан" к вершине входного сигнала. Указанный способ регистрации событий дает хорошее пространственное разрешение.

Временная диаграмма дискриминации сигналов с усилителей приведена на рис. 2.

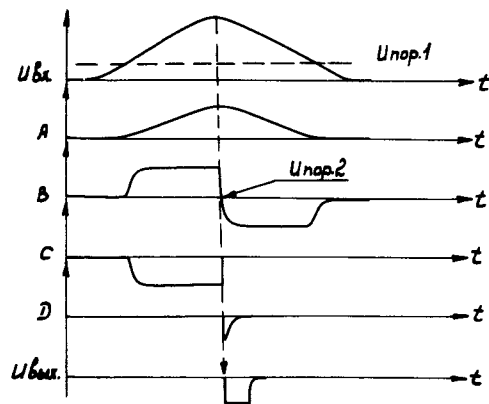
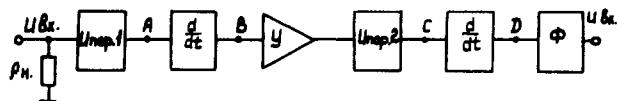


Рис. 2. Временная диаграмма, поясняющая работу дискриминатора.

Данная аппаратура съема и дискриминации сигналов с ПК<sup>2,5/</sup> применяется во всех трех описываемых методах получения изображения объектов.

### 3. БЫСТРЫЙ ОТБОР ИНФОРМАЦИИ

После дискриминаторов сигналы поступают на быстрый процессор отбора информации. Событие, исключаящее достоверную локализацию, отбрасывается и в дальнейшем не обрабатывается. Фильтрация данных осуществляется за время от 0,1 мкс до  $T_{ЛЗ} / T_{ЛЗ}$  - полное время задержки ЛЗ/. Функции быстрого процессора выполняют либо блок общего управления системой, либо отдельные специализированные блоки. В последнем случае блоки вырабатывают сигнал "запрет", если событие не удовлетворяет критериям отбора. Наличие сиг-

налов "запрет" за время  $T_{ЛЗ}$  служит признаком непригодности информации для формирования изображения или количественных измерений. Основным критерий отбора для быстрого процессора - регистрация одного и только одного импульса по каждому из трех сигнальных трактов за время памяти детектора. Подобная фильтрация событий улучшает качество изображения, а также точность количественных измерений.

### 4. СИСТЕМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ С РЕГИСТРАЦИЕЙ ИНФОРМАЦИИ В АНАЛОГОВОЙ ФОРМЕ

Блок-схема электронной аппаратуры представлена на рис. 3<sup>2/</sup>. В основе аналогового метода лежит преобразование временных интервалов между импульсом "старт" /анодная плоскость/ и двумя импульсами "стоп" /катодная плоскость/ в сигналы напряжения X и Y ,

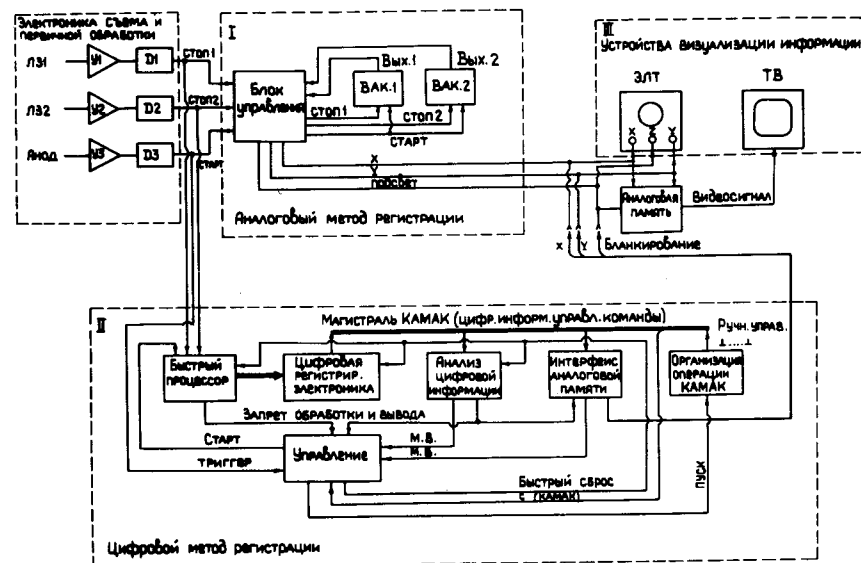


Рис. 3. Блок-схема системы визуализации с регистрацией данных в аналоговой /I/ и цифровой /II/ формах.

амплитуда которых пропорциональна координате точки регистрации ионизирующей частицы в ПК /в выбранной системе координат/. Преобразование осуществляется время-амплитудными конверторами. Сигналы X и Y подаются на входы горизонтального и вертикального отклонения осциллоскопа. Если событие удовлетворяет критериям отбора /обязательное наличие одного и только одного импульса в каждом сигнальном тракте за время памяти детектора/, вырабатывается импульс "подсвет", который подается на вход управления яркостью луча осциллоскопа. Получение изображения исследуемого объекта производится с помощью фотокамеры "Полароид".

Функции отбора, управления и вывода информации на осциллоскоп осуществляются блоком управления. Прием и обработка данных поясняется временной диаграммой рис. 4.

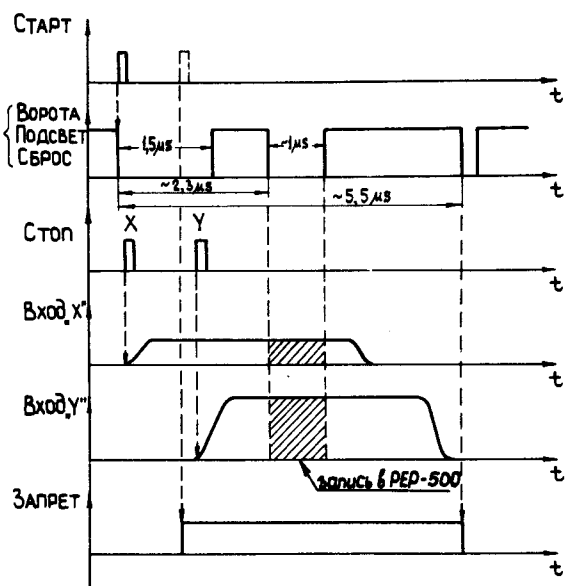


Рис. 4. Временная диаграмма регистрации данных /в аналоговой форме/ и формирования изображения.

Дальнейшим развитием этого метода явилось использование для накопления и визуализации информации запоминающего телевизионного сканирующего устройства типа РЕР-500 /6/.

Для записи координат точки регистрации частицы используются указанные выше сигналы X и Y. Запись информации в память производится стробирующим импульсом, вырабатываемым аналогично импульсу "подсвет". Изображение исследуемого объекта выводится на телевизионный монитор. При выводе накопленная информация не разрушается, что позволяет продолжать дальнейший набор. Мертвое время системы составляет  $\approx 5$  мкс для "хорошего" события и  $\approx 0,2$  мкс  $\div T_{ДЭ}$  - для события, не прошедшего критерия отбора.

На рис. 5 8 приведены изображения объектов, полученные с помощью данной системы.

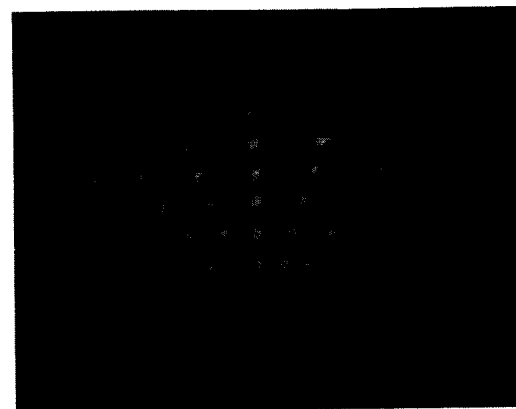


Рис. 5. Полученная с помощью позиционно-чувствительного детектора автордиограмма /снимок с электронно-лучевой трубки осциллоскопа/. В качестве образца использовалась стеклянная подложка, на которую нанесены пятна диаметром  $2 \div 3$  мм раствором, содержащим  $^3\text{H}$ . Минимальное расстояние между границами пятен - около 1 мм.



Рис. 6. Радиографическое изображение металлических предметов, помещенных в кожаную коробку, полученное с помощью источника  $^{241}\text{Am}$ ,  $E_{\gamma} = 60 \text{ кэВ}$ . Снимок с экрана электронно-лучевой трубки.

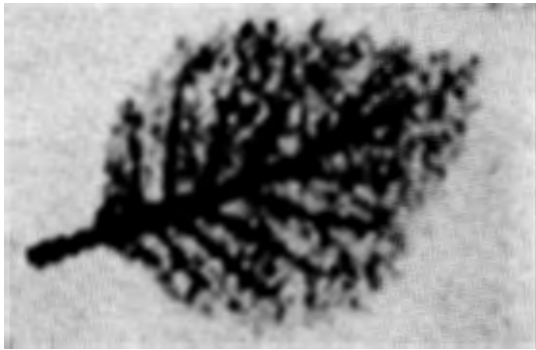


Рис. 7. Радиографическое изображение листа растения, полученное с помощью источника  $^{55}\text{Fe}$ ,  $E_{\gamma} = 5,9 \text{ кэВ}$ . Снимок с экрана телевизионного монитора.



## 5. СИСТЕМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ С РЕГИСТРАЦИЕЙ ИНФОРМАЦИИ С ЦИФРОВОЙ ФОРМЕ

Регистрация временных интервалов между импульсами “старт” и “стоп” производится время-цифровыми конверторами. Кодирование происходит в счетчиках, работающих по принципу прямого заполнения тактирующей частотой. Тактовая частота, стабилизированная кварцевым резонатором, генерируется отдельным блоком. Для улучшения пространственного разрешения вводятся временные экспандеры. Время-цифровые конверторы имеют вход “быстрый сброс”, по которому за время  $\approx 0,1 \text{ мкс}$  приводятся в исходное состояние. Сигнал “быстрый сброс” вырабатывается при наличии импульсов “запрет” с быстрого процессора. Координатная информация /два числа  $X$  и  $Y$  / считывается по шинам  $R$  и поступает в блок анализа, который отбирает события, попадающие в “зону интереса” /область исследуемого объекта, ограниченная прямоугольной рамкой/. Координаты “зоны интереса” задаются оператором. В случае невыполнения указанного условия блок вырабатывает импульс “запрет”, по которому данное событие исключается из процесса формирования изображения.

Запись события в запоминающее устройство РЕР-500 производится с помощью интерфейса аналоговой памяти. Цифровая координатная информация линейно преобразуется в сигналы напряжения двумя 8-разрядными цифро-аналоговыми преобразователями. Эти сигналы подаются на отклоняющие  $X$ - и  $Y$ - входы РЕР-500. В отсутствие импульсов “запрет” блоком генерируется сигнал записи информации в запоминающее устройство /“бланкирующий импульс”/.

Вывод информации на РЕР-500 поясняется временной диаграммой /рис. 9/.

Рис. 8. Авторадиограмма надписи, сделанной раствором, содержащим  $^3\text{H}$  /снимок с экрана телевизионного монитора/.

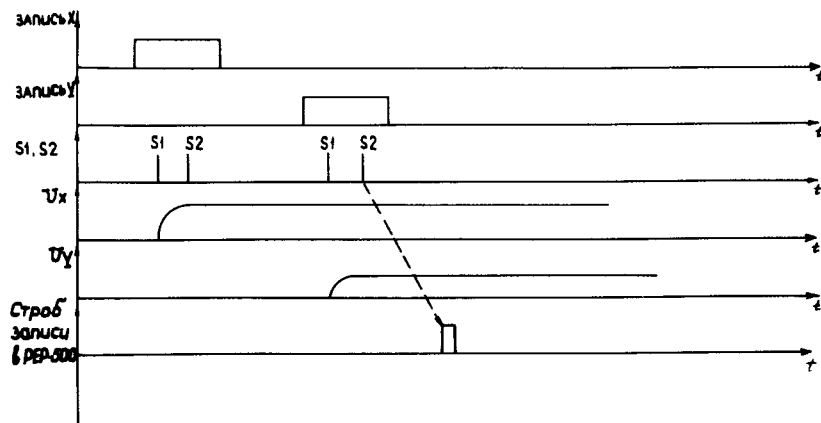


Рис. 9. Временная диаграмма записи информации в PEP-500.

По требованию оператора полученное изображение выводится на экран телевизионного монитора. Имеется возможность вместе с изображением выводить прямоугольную рамку, очерчивающую зону интереса.

Прием следующего события разрешается только после окончания всех операций в системе. Указанием этого служит отсутствие сигналов "занято" от блоков электроники.

Необходимые команды КАМАК зависят от характера решаемой задачи и состава блоков системы<sup>/5/</sup>. Можно выделить следующие операции, требующие команды КАМАК:

- считывание цифровых данных,
- вывод информации на внешние устройства визуализации,
- организация вспомогательных операций.

Анализ сигналов "запрет" и "занято", а также организация операций КАМАК производятся с помощью блока управления.

К преимуществам данного метода регистрации /по сравнению с аналоговым/ относятся:

- температурная и временная стабильность;
- возможность цифровой обработки данных;
- линейность;
- возможность работы на линии с ЭВМ.

## 6. ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ НА ЛИНИИ С ЭВМ

Блок-схема аппаратуры на линии с ЭВМ ЕС-1010 приводится на рис. 10<sup>/4/</sup>.

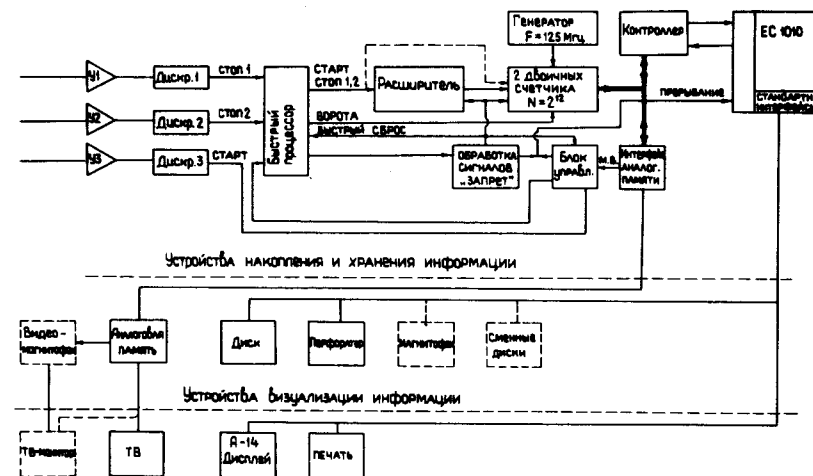


Рис. 10. Блок-схема электронной системы с цифровым методом регистрации информации на линии с ЭВМ.

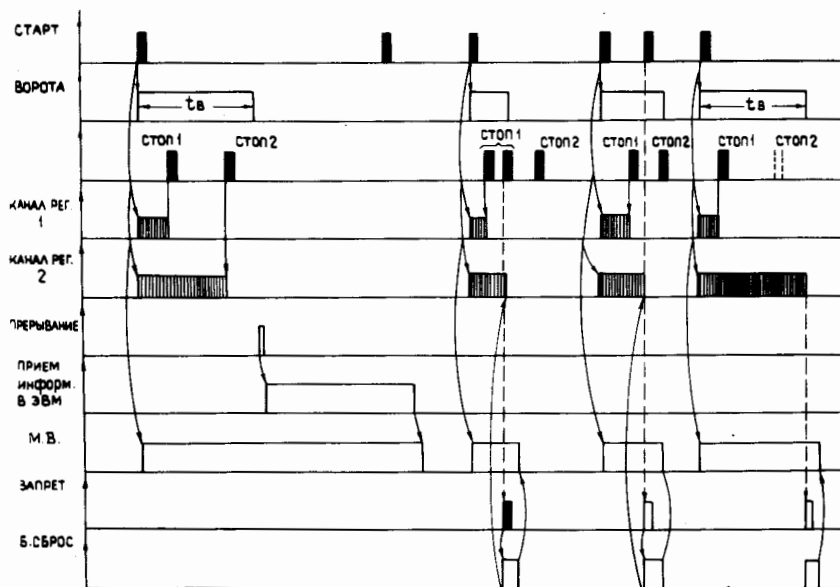
Применение ЭВМ для радиографических исследований позволяет:

- обрабатывать сформированное в оперативной памяти изображение с целью улучшения его качества и получения количественных характеристик;



- осуществлять оперативный контроль за работой регистрирующей аппаратуры и набором информации;
- использовать стандартные внешние устройства для накопления и визуализации данных.

Для регистрации и первичного отбора событий использовалась цифровая система, описанная выше. Прием информации в ЭВМ поясняется временной диаграммой *рис. 11*.



*Рис. 11. Временная диаграмма передачи информации в ЭВМ.*

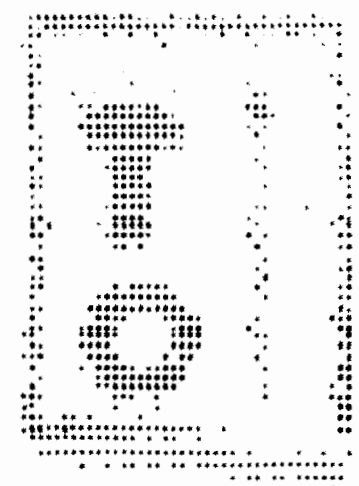
Формирование изображения ведется в оперативной памяти вычислительной машины. Объем буфера выбирается из условия получения изображения необходимого размера с требуемым пространственным разрешением.

При формировании изображения производится увеличение на 1 содержимого ячеек памяти, адрес которых

однозначно определяется координатами /X и Y / зарегистрированных событий.

Размер ячейки /слово или байт/ выбирается в соответствии с необходимым набором статистики по площади объекта, отображаемым в одной ячейке.

Результаты контроля принимаемой информации выводились на алфавитно-цифровой дисплей. Для вывода обработанного изображения использовалось печатающее устройство /*рис. 12,13*/.



*Рис. 12. Радиографическое изображение предметов, помещенных в закрытый спичечный коробок, полученное с помощью ЭВМ на печатающем устройстве<sup>12/</sup>.*

В заключение авторы благодарят Р.М.Базлову, В.А.Белякова, М.Н.Михайлову, А.Е.Московского, Н.Н.Тиханчева за помощь в работе.

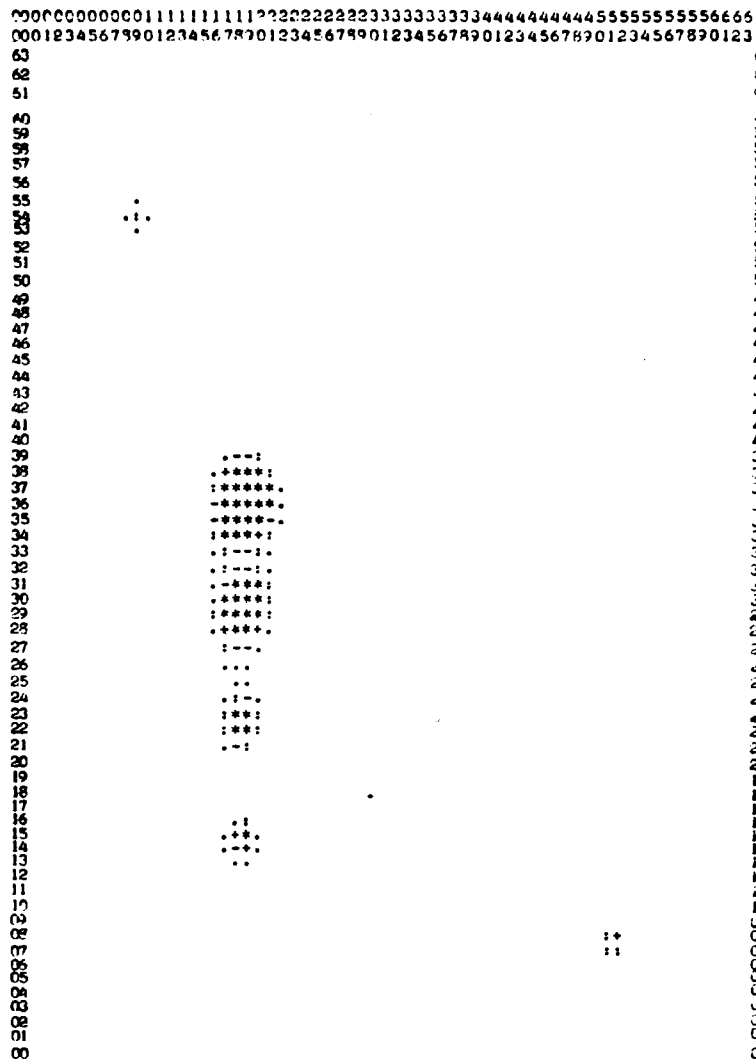


Рис. 13. Информация о локализации радиоактивных зон тестовой хроматограммы, меченной изотопом  $^{14}\text{C}$ . Изображение получено на печатающем устройстве после обработки на ЭВМ /4/.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Rindi A., Peres-Mendez V., Wallace R.I. Nucl. Instr. and Meth., 1970, 77, p.325.
2. Заневский Ю.В. и др. ОИЯИ, Р14-10410, Дубна, 1977.
3. Заневский Ю.В. и др. ОИЯИ, Р13-11310, Дубна, 1978.
4. Анисимов Ю.С. и др. ОИЯИ, Р10-11347, Дубна, 1978.
5. Анисимов Ю.С. и др. ОИЯИ, Р10-11346, Дубна, 1978.
6. PEP-500, Lithocon Solid State Image Memory/Scan Converter, Princeton Electronic Products, inc, 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел  
24 февраля 1978 года.